

PQ-SYSTEM	PQ-SYSTEM Michał Miziura ul. Klimeckiego 14, 30-705 Kraków NIP 944-197-40-32, Regon 120751638 tel. 668-648-114 michal.miziura@korporacjasystem.pl www.korporacjasystem.pl
Pomiary profilu mocy biernej i parametrów sieci do doboru urządzeń kompensacyjnych – Urząd Miejski w Kowarach	
<u>ZLECAJACY:</u> Urząd Miejski w Kowarach	<u>ADRES:</u> ul. 1 Maja 1A 58-530 Kowary

Obiekt: Budynek A Urzędu Miejskiego w Kowarach,
Budynek B Urzędu Miejskiego w Kowarach.

Branża: Elektryczna

Stadium: Pomiar profilu mocy biernej wraz z dobozem urządzeń do kompensacji mocy biernej

	Nazwisko, Imię, Uprawnienia:	Data pomiarów:	Podpis:
Osoby dokonujące pomiarów i analizy:	Michał Miziura upr. SPE E nr E-1/1385/157/2024 upr. SPE D nr D-1/1386/157/2024 Agnieszka Grząka upr. SPE E nr E-1/1387/157/2024	10.03.2025r. - 12.03.2025r.	
Uwagi:			
			Nr egz. 1
Opracowanie w 1 kpl.+1 arch.			Kraków, dn. 14.03.2025r.

Spis treści:

1. Wstęp.....	3
2. Stan istniejący	3
3. Definicje	3
4. Wyniki pomiarów	4
4.1 Budynek A Urzędu Miejskiego w Kowarach	4
a) Pobierana moc czynna i bierna	4
b) Odkształcenia napięcia	6
c) Poziom napięcia.....	7
d) Dobór kompensatora – podsumowanie	8
4.2 Budynek B Urzędu Miejskiego w Kowarach	9
a) Pobierana moc czynna i bierna	9
b) Odkształcenia napięcia	10
c) Poziom napięcia.....	11
d) Dobór kompensatora – podsumowanie	11

1. Wstęp

Niniejsze pomiary zostały wykonane w dniach 10-12 marca 2025r. w dwóch budynkach Urzędu Miejskiego w Kowarach zlokalizowanych przy ul. 1 Maja.

2. Stan istniejący

Obiekty zasilane są przyłączami niskiego napięcia. Odbiorca ponosi opłaty za ponadumowny pobór energii biernej pojemnościowej. W budynkach nie zainstalowano urządzenia do kompensacji mocy biernej.

3. Definicje

Współczynnik odkształceń harmoniczych *THD* - to współczynnik określający stopień odkształcenia sygnału napięcia lub prądu od przebiegu sinusoidalnego na skutek występowania składowych o wyższych częstotliwościach będących całkowitymi wielokrotnościami częstotliwości podstawowej (tzw. wyższe harmoniczne). Współczynnik ten służy do oceny ilościowej występowania wyższych harmoniczych prądu lub napięcia w stosunku do harmonicznej podstawowej.

Energia bierna - Urządzenia elektryczne zasilane napięciem przemiennym poza energią czynną mogą pobierać również energię bierną. Energia ta potrzebna jest do wytworzenia pola magnetycznego (energia bierna indukcyjna) w silnikach, dławikach, transformatorach lub pola elektrycznego w kondensatorach zabudowanych w urządzeniach, np. zasilaczach UPS i innych zasilaczach buforowych, impulsowych, oświetleniu LED i innych odbiornikach energooszczędnych. Energię bierną mogą pobierać również odbiorniki nieliniowe, np. świetlówki kompaktowe, których prąd przesunięty jest w czasie względem napięcia zasilającego lub nie jest sinusoidą. Z fizycznego punktu widzenia energia bierna nie jest zamieniana na pracę, jest ona jednak często niezbędna do jej wykonania i urządzenia muszą ją pobierać. Kompensacja energii biernej polega na dobraniu i zainstalowaniu urządzenia, które będzie wytwarzać energię bierną o przeciwnym znaku, niż pobierana przez urządzenia w budynku, co spowoduje, że będzie ona pobierana z sieci tylko w ilościach nie podlegającym opłatom.

Tangens fi ($\text{tg } \varphi$) - jest stosunkiem mocy biernej do pobieranej mocy czynnej:

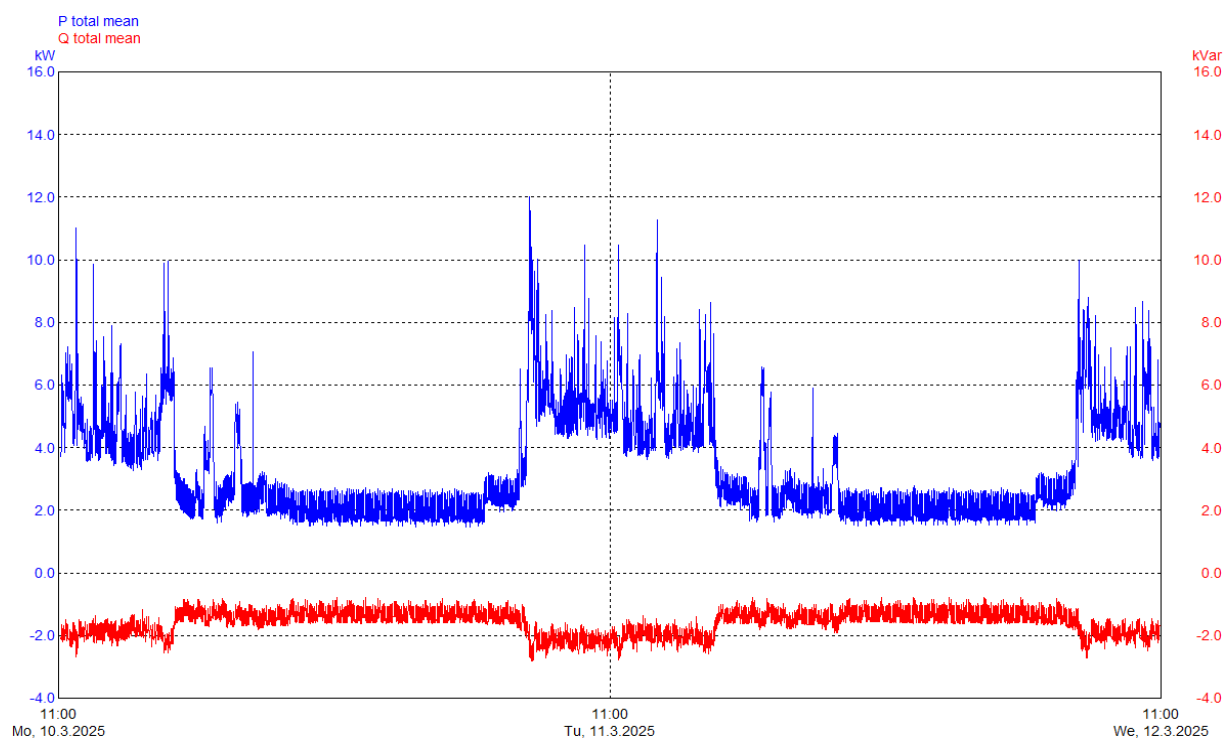
$$\text{tg}(\varphi) = \frac{Q}{P}$$

Rezonans - stan układu w którym następuje wzmocnienie odkształcenia prądu (rezonans równoległy) lub napięcia (rezonans szeregowy) na skutek dostrojenia częstotliwości rezonansowej układu do występujących harmoniczych. Stan ten jest niebezpieczny dla urządzeń elektrycznych, ponieważ może powodować przeciążenia i awarie (głównie baterii kondensatorów będących w stanie rezonansu).

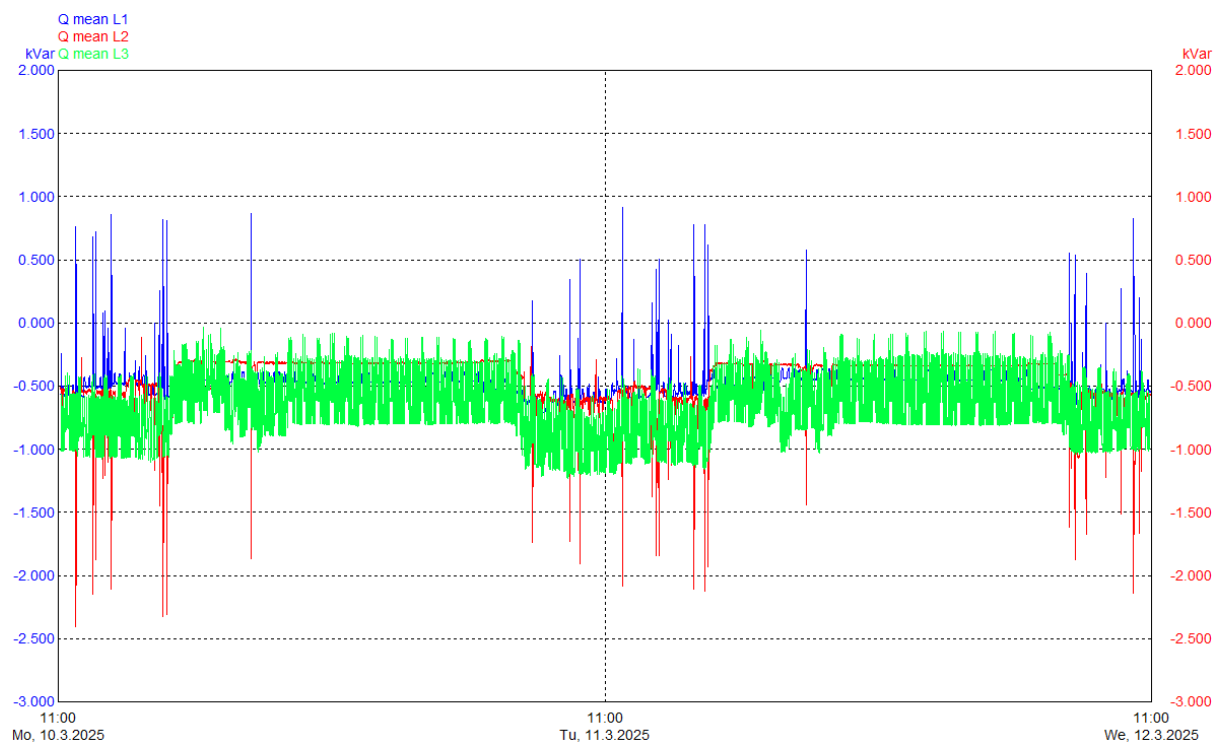
4. Wyniki pomiarów

4.1 Budynek A Urzędu Miejskiego w Kowarach

a) Pobierana moc czynna i bierna

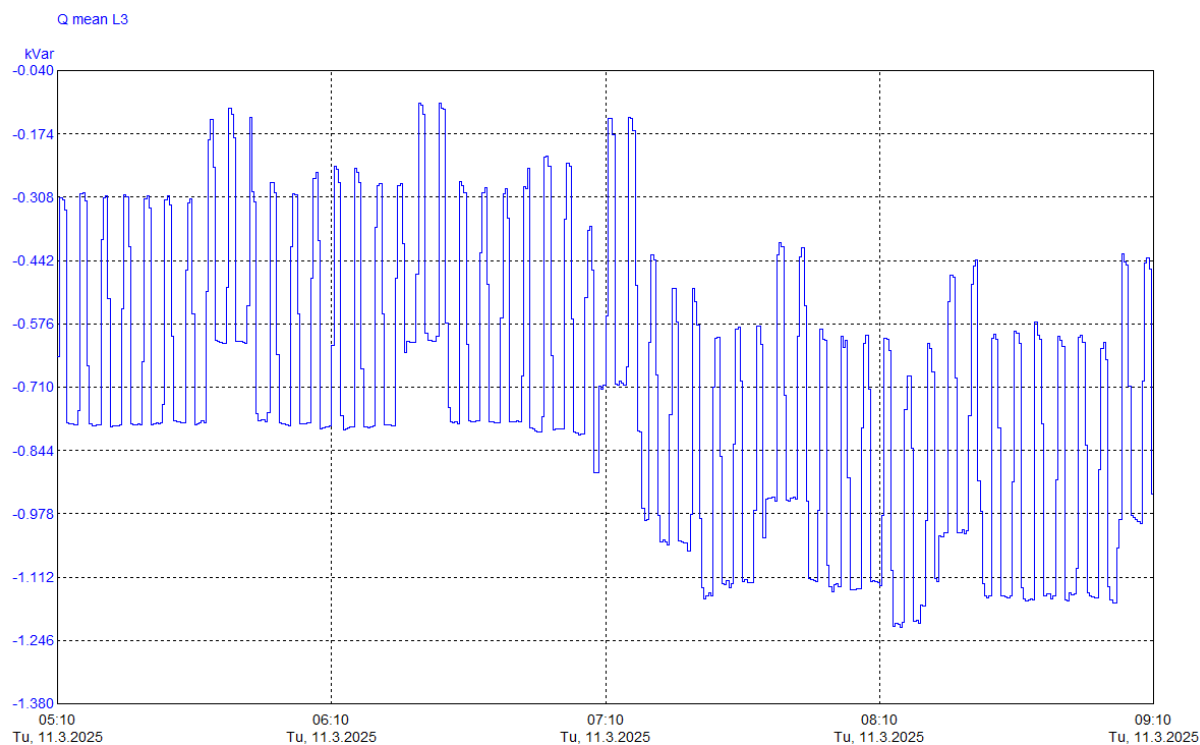


Wykres 1 – Pobierana moc czynna (niebieski) i bierna (czerwony)

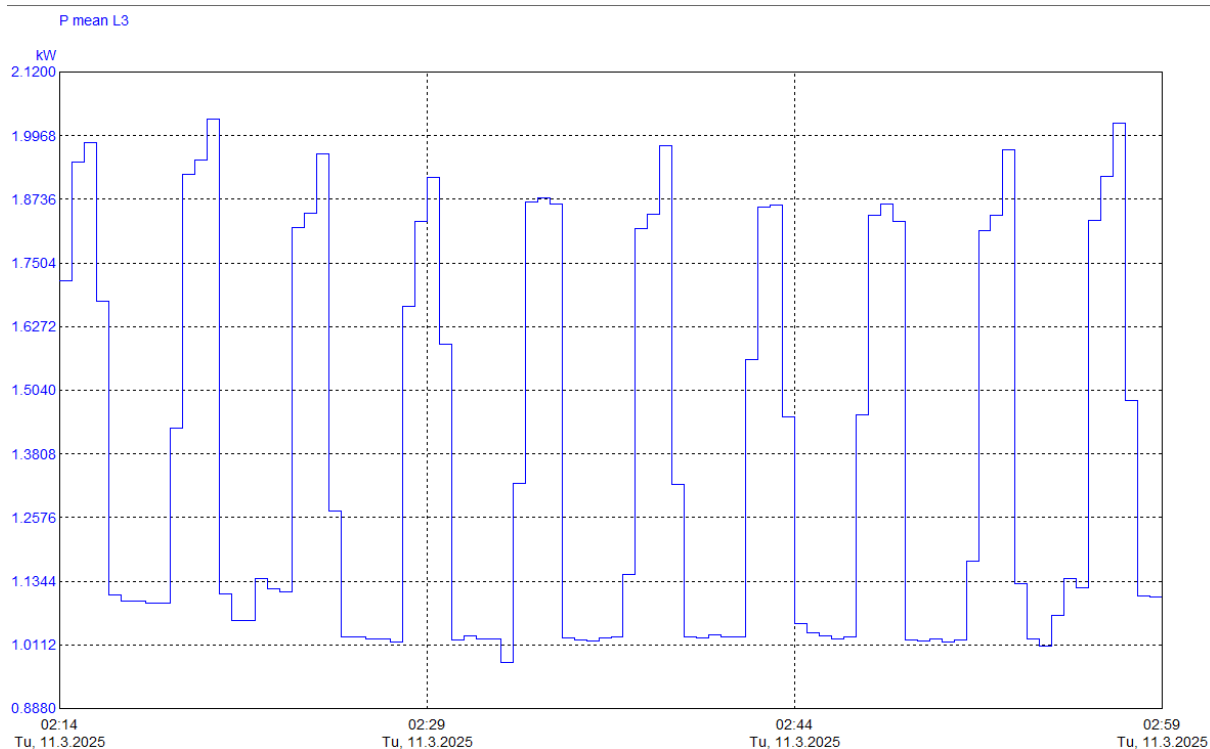


Wykres 2a – Pobierana moc bierna (Q) na poszczególnych fazach

Pomiary wykazały, że pobór energii biernej pojemnościowej występuje przez całą dobę (wykres 1 i 2a) z widocznym wzrostem w godzinach pracy obiektu. Pobór energii pojemnościowej wynika głównie z pracy oświetlenia LED oraz UPS (część stała pozostająca w godzinach nocnych). W fazie L3 (wykres 2b) widoczna jest duża zmienność poboru występująca przez całą dobę.



Wykres 2b – Pobierana moc bierna (Q) na fazie 3 – fragment



Wykres 2c – Pobierana moc czynna (P) na fazie 3 – fragment

Zaleca się weryfikację urządzenia, które pobiera moc w ten sposób, gdyż tego typu przebieg może świadczyć np. o nieprawidłowych nastawach, np. centrali wentylacyjnej i braku możliwości ustalenia punktu pracy.

Pobór energii czynnej przez budynek jest niewielki, dlatego uzyskanie całkowitej redukcji opłat za energię bierną przy zastosowaniu kompensatora dławikowego jest nieosiągalne. Może on obniżyć opłaty o około 90%. W celu redukcji całkowitej konieczne byłoby zastosowanie kompensatora aktywnego.

Proponowane warianty kompensacji:

I Wariant : zestaw dławików kompensacyjnych sterowanych czasowo:

- dławik trójfazowy 1,5kVAr załączony na stałe oraz dławik jednofazowy 0,2kVAr w fazie L3,
- dławik 3 fazowy 1,25kVAr załączany zegarem w godzinach 7:00-16:00.

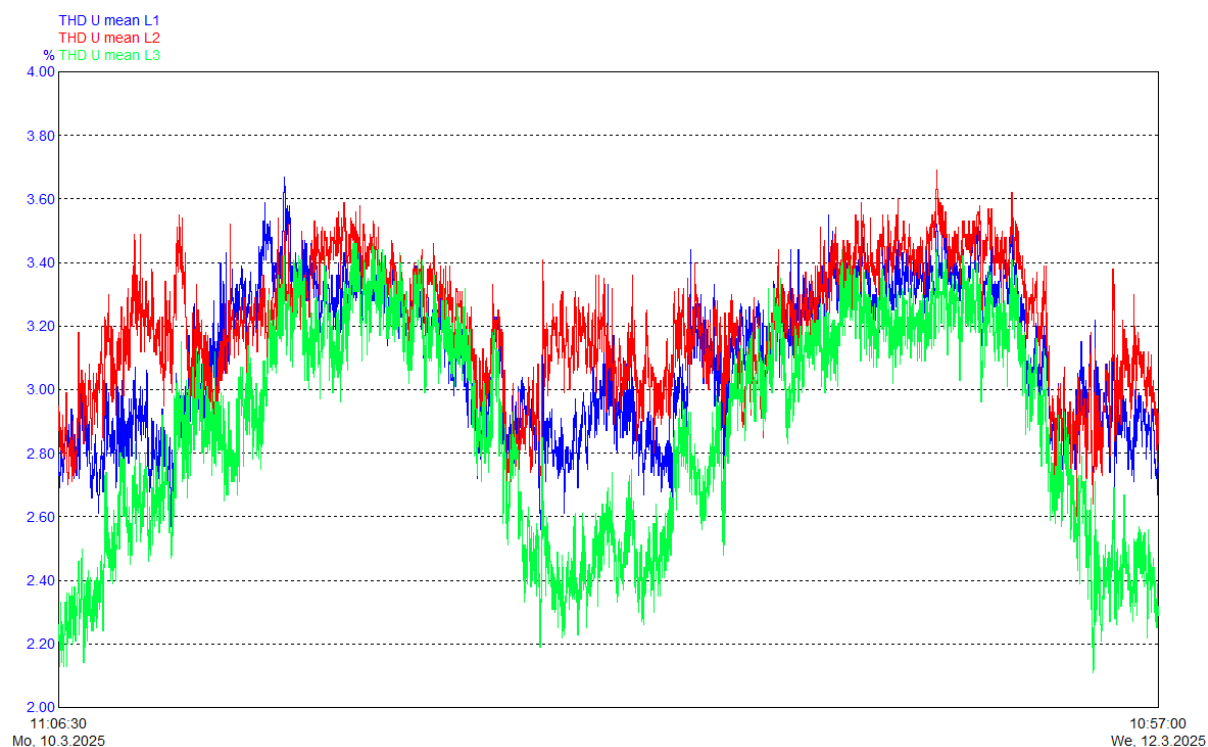
Urządzenie powinno zniwelować opłaty za energię bierną pojemnościową o przynajmniej 90%. Istnieje również możliwość zabudowania dławików we wnęce obok rozdzielnic.

II Wariant : aktywny kompensator 10 kVAr:

Urządzenie wyeliminuje całość opłat, jednak nie ma możliwości zamontowania go we wnęce ze względu na gabaryty i chłodzenie. Urządzenie podczas pracy generuje hałas, który może być uciążliwy dla otoczenia dlatego nie zaleca się jego montażu w miejscach, gdzie byłoby to nieakceptowalne.

b) Odkształcenia napięcia

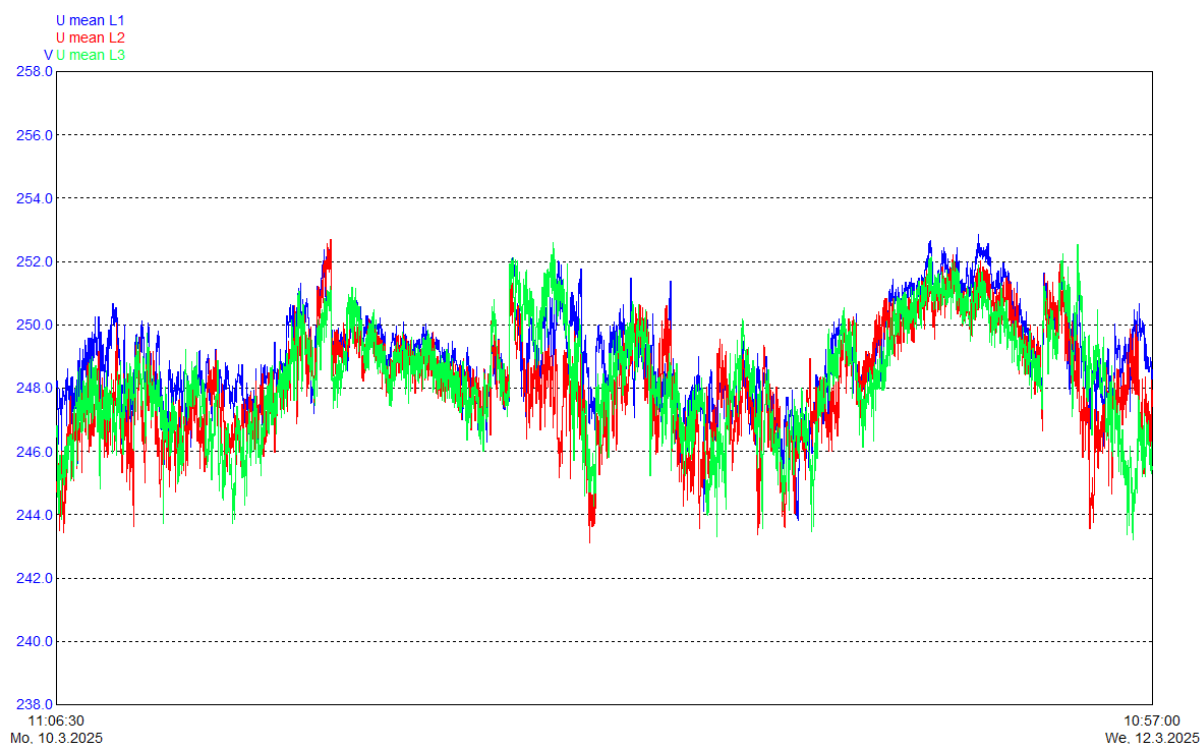
W ramach doboru urządzenia wykonano pomiar odkształcenia napięcia sieci w miejscu planowanego przyłączenia kompensatora (wykres 3).



Wykres 3 – Współczynnik odkształcenia napięcia (THDu)

Poziom odkształcenia napięcia jest niski i nie stanowi zagrożenia dla kompensatora i innych urządzeń.

c) Poziom napięcia



Wykres 4 – Wartość skuteczna napięcia fazowego (U)

Napięcie zasilające jest symetryczne, trwale znacząco podwyższone w stosunku do napięcia znamionowego (wykres 4). W godzinach nocnych napięcie osiąga maksymalne dopuszczalne przepisami wartości. Przy doborze dławików uwzględniono podwyższone napięcie zasilania.

d) Dobór kompensatora – podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów proponujemy zastosowanie następującego rozwiązania:

I Wariant : zestaw dławików kompensacyjnych sterowanych czasowo:

- dławik trójfazowy 1,5kVAr załączony na stałe oraz dławik jednofazowy 0,2kVAr w fazie L3,
- dławik 3 fazowy 1,25kVAr załączany zegarem w godzinach 7:00-16:00.

II Wariant : aktywny kompensator 10 kVAr

Montaż: Montaż zestawu dławików należy wykonać we wnęce obok rozdzielnicy głównej. W tym celu konieczne jest zainstalowanie stelaża z półkami do umiejscowienia dławików. W drzwiach zamykających wnękę należy wykonać kratki nawiewną i wywiewną z wentylatorem mechanicznym. Zabezpieczenia dławików należy zabudować w rozdzielnicy głównej lub obok dławików.

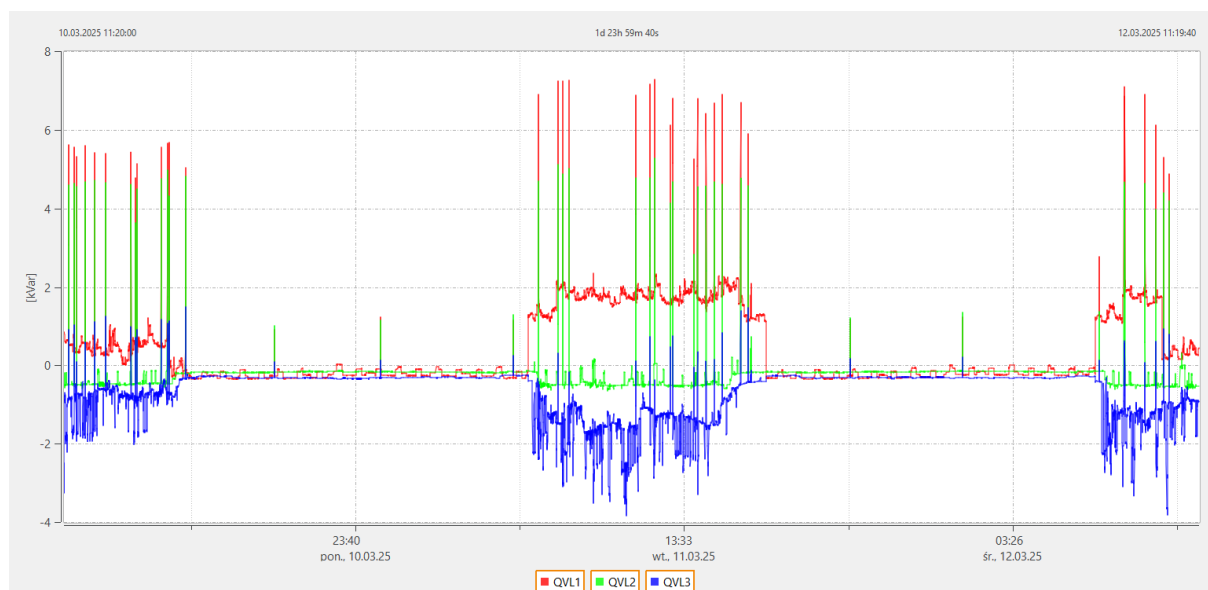
W przypadku kompensatora aktywnego jego lokalizację należy ustalić z zamawiającym. Do kompensatora aktywnego zastosować przekładniki 50/5A.

4.2 Budynek B Urzędu Miejskiego w Kowarach

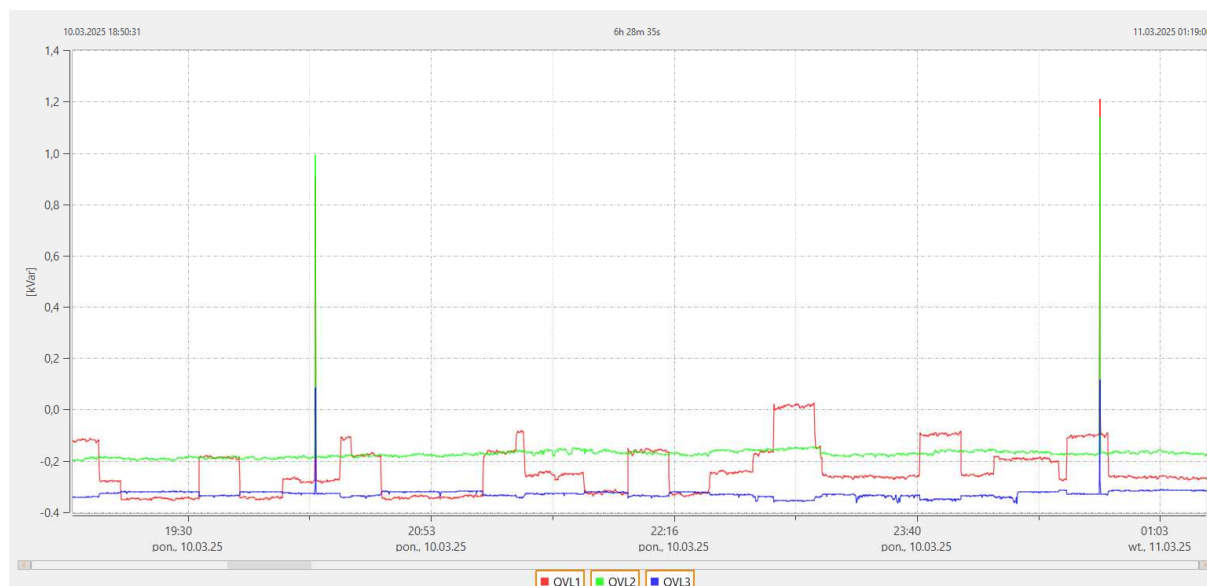
a) Pobierana moc czynna i bierna



Wykres 5 – Pobierana moc czynna (czerwony) i bierna (zielony)



Wykres 6 – Pobierana moc bierna (Q) na poszczególnych fazach



Wykres 6a – Pobierana moc bierna (Q) na poszczególnych fazach - noc

Pomiary wykazały, że pobór energii biernej pojemnościowej występuje przez całą dobę (wykres 5 i 6) z widocznym wzrostem w godzinach pracy obiektu. Do kompensacji mocy biernej proponujemy zastosowanie zestawu dławików trójfazowych i jednofazowych sterowanych zegarem tygodniowym.

Do kompensacji należy zastosować kompensator w następującej konfiguracji:

- trójfazowy dławik o mocy 1 kVAr załączony na stałe,
- jednofazowe dławiki 0,4kVAr w fazie L2 oraz 2kVAr w fazie L3 załączany zegarem w godzinach 7:00-16:00.

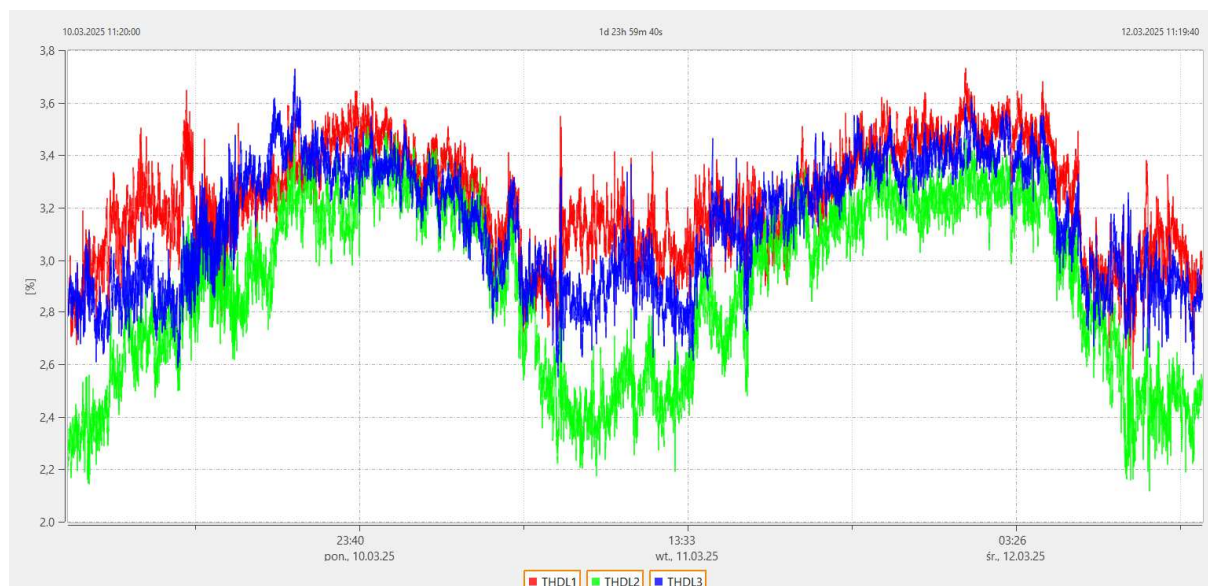
Powyższe rozwiązanie powinno zmniejszyć pobór energii pojemnościowej o co najmniej 95%.

Z wyliczeń wynika, że przy tak dobranym zestawie nie powinno występować przekroczenie współczynnika $\text{tg}\phi$.

Alternatywnie możliwe jest zastosowanie kompensatora aktywnego o mocy 10kVAr.

b) Odształcenia napięcia

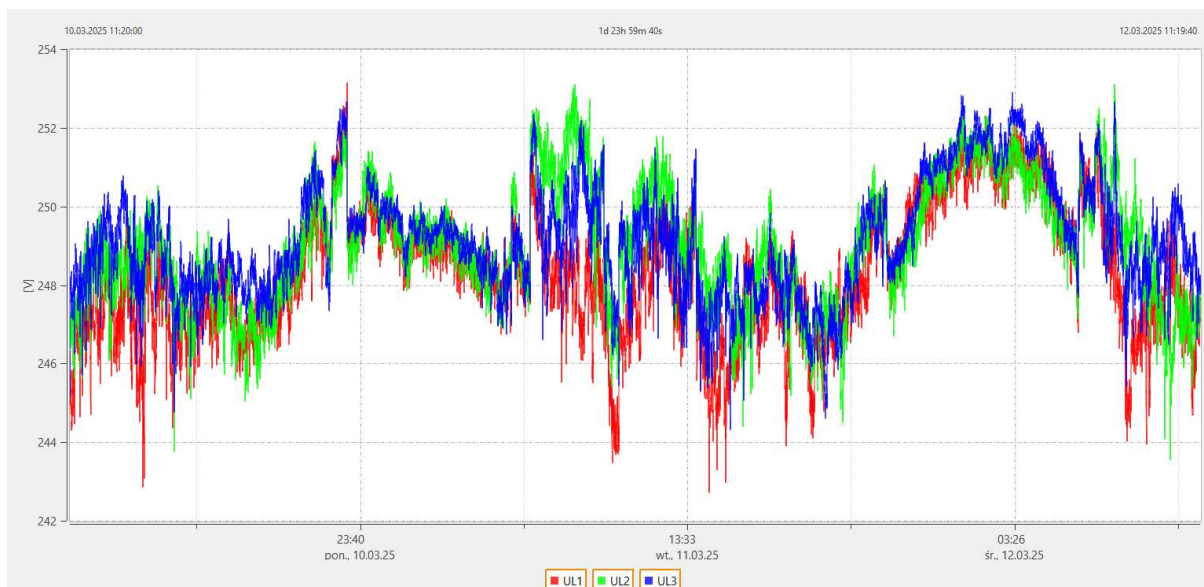
W ramach doboru urządzenia wykonano pomiar odkształcenia napięcia sieci w miejscu planowanego przyłączenia kompensatora (wykres 7).



Wykres 7 – Współczynnik odkształcenia napięcia (THDu)

Poziom odkształcenia napięcia jest niski i nie stanowi zagrożenia dla kompensatora i innych urządzeń.

c) Poziom napięcia



Wykres 8 – Wartość skuteczna napięcia fazowego (U)

Napięcie zasilające jest symetryczne, znacząco podwyższone w stosunku do napięcia znamionowego (wykres 8). Napięcie chwilowo przekracza maksymalne dopuszczalne wartości głównie w nocy. Podwyższoną wartość napięcia uwzględniono przy doborze kompensatorów.

d) Dobór kompensatora – podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów proponujemy zastosowanie następującego rozwiązania:

Rodzaj urządzenia: Zestaw dławików sterowanych zegarem tygodniowym:

- trójfazowy dławik o mocy 1 kVAr załączony na stałe,
- jednofazowe dławiki 0,4kVAr w fazie L2 oraz 2kVAr w fazie L3 załączany zegarem w godzinach 7:00-16:00.

Alternatywnie kompensator aktywny 10kVAr.

Montaż: Proponuje się montaż urządzenia nad rozdzielnicą główną zlokalizowaną w przedsionku. Skrzynkę kompensatora wyposażać w zamki patentowe. Zasilanie wykonać z bloku rozdzielczego rozdzielnicy głównej.

W przypadku montażu kompensatora aktywnego należy dobudować przekładniki prądowe 50/5A.

Opracował:
mgr inż. Michał Miziura